

核融合固有の安全性を生かした運転手法の検討

東京大学新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻
岡野研究室 修士課程二年 古谷 晃

講演要旨

本研究は高出力運転と低出力運転のサイクルにより、運転時の平均核融合出力を抑えることで崩壊熱の発生を抑制できる負荷追従運転を行う方式について提案を行うものである。この方式では同程度の崩壊熱に対する安全性の尤度を持つ定常運転炉より高出力のピーク時出力を得ることができる可能性があと考えられる。

既存の原子力発電で利用される核分裂炉は、運転に伴い発生する放射性生成物が大量の崩壊熱を発生させるため、原理上、運転停止直後の崩壊熱量を大きく下げることができない。一方、核融合炉は、炉内に存在する放射性物質はわずかであり、運転停止直後の崩壊熱は、中性子によって放射化された構造物によるものがほとんどである。したがって、放射化しにくいような材料の選択や、中性子負荷をある程度に抑えるなどの設計により崩壊熱をコントロールすることができる。つまり、核融合固有の安全性として核分裂炉に比べて大きなアドバンテージを持たせることができる。

これまで日本の原型炉開発においては定常運転をベースに考えられてきた。核融合炉の運転停止時に発生する崩壊熱量は核融合出力に比例し、炉の大きさが小さいほど、体積当たりの発熱量は大きくなる。崩壊熱に対する安全性の尤度を強化するには体積当たりの発熱量が小さいほど有利となるので、十分な尤度を取る設計では炉が大型化する傾向にある。

日本の電力需要は一日の中で大きく変化し、最小と最大で 2 倍程度の変動がある。したがって、核融合発電炉が定出力の場合、その導入量は最小需要のときの発電量で制限され、ピーク時にさらに必要な電力は、別の電源で補わなければならない。ピーク時に必要な電力だけのために定常運転の核融合炉を建設するというのは非常に経済性が悪化するので現実的ではない。将来、化石燃料の価格が高騰し、火力発電所がピーク負荷電源として適さなくなる日が来る可能性があり、その場合に利用できそうな大規模発電技術というのは今のところ存在していない。本研究ではこのような問題を解決できるかもしれない負荷追従運転の有効性について議論する。まず、ピーク時の高出力運転を行うことによる炉の放射化への影響を議論する。次に、出力の変化方法として、ハイブリッド運転における誘導電流駆動比や、燃料の DT 比などを利用することについての議論を行う。最後に想定される運転シナリオについての議論を行う。

キーワード：

運転方式、崩壊熱、負荷追従運転、受動的安全性